

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU <sup>(11)</sup> **2 476 614** <sup>(13)</sup> C2ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

[C22B 23/02 \(2006.01\)](#)[C22B 4/04 \(2006.01\)](#)

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 27.05.2016)

(21)(22) Заявка: [2011120569/02](#), 20.05.2011(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
20.05.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 20.05.2011

(43) Дата публикации заявки: 27.11.2012 Бюл. № 33

(45) Опубликовано: [27.02.2013](#) Бюл. № 6

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: КНИСС В.А. и др.

Восстановительная электроплавка оксида кобальта в печи постоянного тока.

Цветные металлы, 2004, №2, с.8-11. RU

2359047 C2, 20.06.2009. RU 2249055 C1,

27.03.2003. US 4857104 A, 15.08.1989. DE

2618929 A1, 09.12.1976. JP 9316562 A,

09.12.1997. US 5662730 A, 02.09.1997.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,  
ЦИС, Т.В. Маркс

(72) Автор(ы):

Книсс Владимир Альбертович (RU),

Жуков Владимир Петрович (RU),

Авдеев Алексей Сергеевич (RU),

Казаков Павел Викторович (RU),

Набойченко Станислав Степанович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
Уральский федеральный университет им.  
первого Президента России Б.Н. Ельцина  
(RU)

## (54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОБАЛЬТА ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ПЛАВКОЙ ОКСИДОВ КОБАЛЬТА

(57) Реферат:

Изобретение относится к области цветной металлургии, в частности к технологии производства огневого кобальта в электродуговых печах постоянного тока. Способ включает плавку шихты из оксидов кобальта и углеродистого восстановителя, восстановление и обезуглероживание кобальта после полного расплавления. При этом плавку ведут при содержании углеродистого восстановителя в шихте 16-21 мас.%. Обезуглероживание проводят при силе тока в дуге, составляющей 90-95% от его максимального значения. При достижении концентрации углерода в кобальте 0,3% силу тока устанавливают максимальной и равной 6,3 кА. Техническим результатом является увеличение удельной производительности процесса и сокращение удельного расхода электроэнергии. 1 табл.

Изобретение относится к области цветной металлургии, в частности к заключительной операции технологии производства огневого кобальта в дуговых

печах постоянного тока, состоящей из стадий плавки, восстановления и доводки металла.

Известен способ получения кобальта восстановительной плавкой оксидов кобальта, включающий операции плавки, восстановления и обезуглероживания кобальта, осуществляемый в электродуговых печах постоянного тока [1, 2]. Недостатками данного способа являются сравнительно низкая производительность процесса и повышенный расход электроэнергии на 1 т металлического кобальта.

Прототипом изобретения является способ получения кобальта восстановительной плавкой оксидов кобальта, когда операции плавки и обезуглероживания металлического кобальта [2] осуществляют при напряжении 300 В и силе тока в дуге 5,5 кА. При этом общая производительность процесса по металлическому кобальту составляет 0,260-0,285 т Со/ч, удельная производительность по шихте (смесь оксидов кобальта и восстановителя) 0,37-0,42 т/ч, удельный расход электроэнергии 1627-2311 кВт-ч/т. Содержание восстановителя в шихте плавки составляло 13-14%.

Задачей предлагаемого изобретения является оптимизация режимных параметров процессов плавки, восстановления, обезуглероживания, обеспечивающая:

- увеличение удельной производительности;
- сокращение удельного расхода электроэнергии.

Указанная задача решается тем, что плавку ведут при содержании углеродистого восстановителя в шихте 16-21% (по массе), а обезуглероживание проводят при силе тока в дуге, составляющей 90-95% от его максимального значения, причем при достижении концентрации углерода в кобальте 0,3% силу тока устанавливают максимальной и равной 6,3 кА.

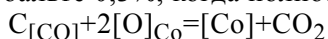
Оптимальная концентрация восстановителя в шихте плавки и восстановления составляет 16-21% (по массе). Плавка и восстановление при концентрации восстановителя в шихте плавки менее 16% характеризуется относительно низкой удельной производительностью и более высоким удельным расходом электроэнергии. Это объясняется сравнительно низкой скоростью насыщения металлического кобальта углеродом, зависящей от исходного содержания восстановителя в шихте, соответственно и кинетически медленным процессом образования легкоплавкой эвтектики  $\text{Co}_3\text{C-Co}$  ( $t_{\text{пл}}=1319^\circ\text{C}$ ) с концентрацией углерода в кобальте 2,7%.

Отсутствие жидкой ванны эвтектического состава увеличивает продолжительность плавки и восстановления, что приводит к снижению удельной производительности и увеличению расхода электроэнергии.

Восстановительная плавка при содержании восстановителя более 21% также снижает удельную производительность стадии плавления и восстановления и увеличивает расход электроэнергии. В этом случае образуются более тугоплавкие сплавы заэвтектического состава, содержащие >2,7% углерода. Поэтому продолжительность плавки и восстановления, расход электроэнергии возрастают, а удельная производительность снижается. Кроме того, избыточное количество углерода в металлической ванне увеличивает время последующей стадии обезуглероживания кобальта при доводке металла. В результате снижаются удельная производительность доводки и возрастают общая продолжительность получения огневого кобальта и расход электроэнергии.

Для сокращения продолжительности процесса обезуглероживания и удельного расхода электроэнергии силу тока в дуге при доводке металла устанавливают 90-95% от максимального значения  $I_{\text{max}}$ , а при достижении остаточной концентрации углерода 0,3% доводку осуществляют при максимальной силе тока, равной 6,3 кА.

Снижение токовой нагрузки менее 90% не в состоянии обеспечить разогрев расплава кобальта до температур, необходимых для эффективного проведения операций доводки (обезуглероживания). Поэтому удельная производительность доводки снижается. Повышение силы тока в дуге более 95% от максимального значения приводит к увеличению удельного расхода электроэнергии при практически постоянной удельной производительности. Обезуглероживание кобальта при величине  $I_{\text{max}}$  рационально осуществлять при остаточной концентрации углерода в кобальте 0,3%, когда полнота удаления углерода по реакции



определяется скоростью подвода восстановителя из объема расплава в реакционную зону. Обезуглероживание при силе тока более 95% от  $I_{\text{max}}$  соответствует наибольшему развитию конвективных потоков в расплаве и увеличивает скорость доставки углерода из глубины жидкой ванны в зону реакции. В этих условиях время обезуглероживания снижается, удельная производительность доводки возрастает и расход электроэнергии, в целом, уменьшается.

Проведенный заявителем анализ уровня техники, включающий поиск по патентным и научно-техническим источникам информации и выявление источников, содержащих сведения об аналогах заявленного изобретения, позволил установить, что заявитель не обнаружил источник, характеризующийся признаками, тождественными всем существенным признакам изобретения. Определение из перечня выявленных аналогов прототипа, как наиболее близкого по совокупности признаков аналога, позволило установить совокупность существенных по отношению к усматриваемому заявителем техническому результату отличительных признаков, изложенных в пунктах формулы изобретения. Причиной данного обстоятельства являются различные кинетические закономерности макромеханизма восстановления закиси-окиси кобальта и обезуглероживания металла, проявляемые в зависимости от содержания восстановителя в шихте и силы тока в дуге.

Следовательно, заявленное изобретение соответствует критерию «новизна».

Заявляемый способ получения кобальта восстановительной плавкой оксидов кобальта отвечает всем критериям патентоспособности.

Предлагаемое для патентной защиты изобретение имеет изобретательский уровень, т.к. его сущность для специалиста, занимающегося пирометаллургией кобальта, никеля, явным образом не следует из известного уровня техники, т.е. не выявлены решения, имеющие признаки, совпадающие с отличительными признаками заявляемого способа, а значит, и не может быть подтверждена известность отличительных признаков на указанный заявителем технический результат.

Восстановительную плавку оксидов кобальта и доводку металла (обезуглероживание) проводили в печи постоянного тока емкостью 3 т. Максимальная активная мощность составляет 1650 кВт. Рабочее напряжение 300 В, номинальная величина тока в дуге 5,5 кА. Мощность трансформатора 6750 кВа. Первичное напряжение трансформатора 6 кВ. Диапазон выпрямленных напряжений источника питания 0-460 В. Диапазон токов сводового электрода (катода) 0-6,3 кА. При выводе печи на максимальный режим ток нагрузки и напряжение дуги повышали до 6,0-6,2 кА и 250-280 В соответственно. По окончании плавки расчетного количества шихты и ее полного расплавления начинали операцию доводки (обезуглероживание). По ходу плавки и доводки контролировали время полного расплавления заданного количества шихты и доводки, расход электроэнергии, состав кобальта (содержание углерода), силу тока в дуге, массу огневого кобальта. Техничко-экономические показатели плавки и доводки при различных режимах приведены в таблице.

Анализ данных таблицы свидетельствует о том, что наибольшая удельная производительность стадии плавки и восстановления достигается в плавках №№1, 5. Снижение удельной производительности по шихте наблюдается при содержании восстановителя за пределами граничных значений, например с 1,09 (№1) до 0,83 (№6) и 0,62 т/ч (№3). Наряду с этим плавки №№3, 4 характеризуются более высоким удельным расходом электроэнергии, соответственно 1773,1 (№6); 1240,7 (№3) кВт·ч/т. Повышенное содержание восстановителя в шихте в плавке (№2, 3) увеличивает продолжительность последующего обезуглероживания и приводит к уменьшению удельной производительности по кобальту на стадии доводки до 0,380 (№2); 0,383 (№3) т/ч. Операцию доводки в опытах 1-6 осуществляли при постоянной токовой нагрузке в ходе обезуглероживания 6,0 кА.

Процесс плавки и восстановления осуществляют при температуре ванны 1500-1550°C.

Плавка №7 соответствует оптимальному содержанию восстановителя в шихте плавки (16,9%) и силе тока в дуге на стадии доводки (обезуглероживание) 5,8 кА (92,1% от  $I_{\max}$ ). После достижения концентрации углерода в металле 0,3% для организации тепловых конвективных потоков, обеспечивающих равномерное распределение температур и концентраций реагентов в объеме расплава, величину тока в дуге устанавливали максимальной, равной 6,3 кА. Доводку осуществляли при температуре металла 1600-1650°C. Из данных таблицы видно, что этому электрическому режиму соответствует наименьший удельный расход электроэнергии в процессе обезуглероживания, составляющий 1334,6 кВт·ч/т Со.

По сравнению с прототипом удельная производительность по шихте (общая масса оксидов кобальта и восстановителя) в заявляемом способе повышается с 0,37-0,42 до 1,04-1,18 т/ч. Расход электроэнергии при этом снижается с 1627-2311 до 1068-1260 кВт·ч/т. Общая удельная производительность процесса, включая обезуглероживание и рассчитанная на 1 т огневого кобальта, увеличивается с 0,260-0,285 до 0,299 т/ч, а расход электроэнергии снижается с 3883 до 2990,1 кВт·ч/т Со.

Таблица

Технико-экономические показатели плавки и доводки

Показатели	№ № плавов						
	1	2	3	4	5	6	7
1. Загружено окиси кобальта, т	2.225	1.714	1.544	1.923	1.996	2.685	2.056
2. Восстановителя, т	0.470	0.490	0.280	0.340	0.530	0.456	0.420
3. Содержание восстановителя, %	17,4	22,2	21,8	15,0	21,0	14,5	16,9
4. Окиси кобальта на доводку, т	0.500	0.100	0.410	0.280	0.200	0.280	0.03
5. Получено металла, т	1.789	0.629	1.712	1.315	1.488	1.645	1.590
6. Время плавки, ч	2,48	2,83	2,96	2,55	2,43	3,79	2,09
7. Уд. производительность плавки, т/ч	1,09	0,78	0,62	0,89	1,04	0,83	1,18
8. Удельный расход э/э, на плавку, кВт·ч/т	1068,6	1089	1240,7	1487,5	1140,1	1773,1	1260,1
9. Удельный расход э/э, на доводку, кВт·ч/т	1608,9	1984,1	1682,2	1460,1	1935,4	2334,3	1334,6
10. Общий расход э/э, на 1 т кобальта, кВт·ч	3089,9	6883,7	3827,3	4344,6	3797,3	4085,1	2990,9
11. Уд. произв. доводки, т Со/ч	0,511	0,380	0,383	0,465	0,583	0,350	0,489
12. Общая удельная производительность, т Со/ч	0.299	0.096	0.230	0.244	0,298	0.182	0.298

## Литература

1. Книсс В.А, Казаков П.В, Жуков В.П. // Цветная металлургия. 2003, №5. С.16-19.
2. Книсс В.А, Казаков П.В, Жуков В.П, Набойченко С.С. // Цветные металлы. 2004, №2. С.8-11.

## Формула изобретения

Способ получения кобальта восстановительной плавкой оксидов кобальта в электродуговой печи постоянного тока, включающий плавку шихты из оксидов кобальта и углеродистого восстановителя, восстановление и обезуглероживание кобальта после полного расплавления, отличающийся тем, что плавку ведут при содержании углеродистого восстановителя в шихте 16-21 мас.%, а обезуглероживание проводят при силе тока в дуге, составляющей 90-95% от его максимального значения, причем при достижении концентрации углерода в жидкой ванне кобальта 0,3% силу тока устанавливают максимальной и равной 6,3 кА.

## ИЗВЕЩЕНИЯ

**ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе**

Дата прекращения действия патента: **21.05.2013**

Дата публикации: [20.04.2014](#)

